

Studi Analisis Citra Digital Hutan Untuk Pemantauan Dan Penghitungan Laju Perubahan Area

Dyah Pratiwi¹⁾ Dewi Agushinta R.²⁾ Sarifuddin M.³⁾

¹⁾ Program Doktor Teknologi Informasi

²⁾ Jurusan Sistem Informasi

³⁾ Teknologi Informasi

Jl. Margonda Raya No. 100 Pondok Cina, Depok, Jawa Barat

email : ¹⁾ ²⁾ ³⁾ {dpratiwi, dewiar, sarif}@staff.gunadarma.ac.id

ABSTRACT

Hutan, "paru-paru" dunia, sebuah kawasan yang ditumbuhi pepohonan/ tumbuhan lain yang lebat; berfungsi sebagai penampung CO₂, habitat hewan, pelestari tanah dan merupakan aspek biosfer bumi paling penting. Perusakan hutan (deforestasi), dengan cara pembalakan liar, pembakaran hutan untuk membuka ladang baru, dan sebagainya, tidak mudah dicegah/ dideteksi aparat. Dari total luas hutan di Indonesia yang mencapai 180 juta hektar hanya sekitar 23 persen, setara dengan 43 juta hektar saja masih terbebas dari deforestasi sehingga masih terjaga dan berupa hutan primer. Beberapa cara untuk memantau kondisi hutan, khususnya kondisi kerusakan hutan, misalkan melalui pesawat udara (seperti helikopter), maupun dengan teknologi penginderaan jauh, seperti satelit. Upaya pemantauan memerlukan penguasaan teknologi observasi bumi dan pembangunan jejaringnya. Untuk memantau perubahan tutupan lahan, Indonesia memanfaatkan citra satelit Landsat. Teknologi canggih saat ini dapat melakukan akuisisi data hingga mampu menghasilkan data citra permukaan bumi. Demikian pula metode pengolahan data citra satelit untuk perubahan area hutan, namun masih terus dikembangkan agar memberikan hasil optimal. Tulisan ini merupakan studi awal analisis citra hutan untuk mengembangkan metode pemantauan dan perubahan area hutan menggunakan metode segmentasi yang ada di pengolahan citra. Dari representasi warna citra digital hutan, diharapkan akan didapat metode yang sesuai untuk menentukan dan mengidentifikasi perubahan area hutan.

Key words : Citra digital, hutan, perubahan area, segmentasi

1. Pendahuluan

Ada berbagai jenis hutan. Jika ditinjau dari letak geografisnya, hutan dibagi atas (1) hutan tropika, yakni hutan yang tumbuh di daerah katulistiwa, (2) hutan temperate, yakni hutan yang tumbuh di daerah empat musim, dan (3) hutan boreal, yakni hutan yang tumbuh di daerah lingkaran kutub. Jika ditinjau dari sifat-sifat musimannya, ada (1) hutan hujan (*rainforest*) dengan banyak musim hujan, (2) hutan selalu hijau (*evergreen forest*), (3) hutan musim atau hutan gugur daun (*deciduous forest*), (4) hutan sabana (*savannah forest*) di tempat-tempat yang musim kemarau panjang, dan sebagainya. Perkembangan jumlah penduduk di suatu daerah, adanya budaya ladang berpindah dan penebangan hutan yang tidak terkontrol berpotensi merusak dan mengancam keberadaan dan kelestarian hutan. Deforestasi akan berdampak pada ketidakseimbangan sistem lingkungan hidup di permukaan bumi.

Berdasarkan data dari Kementerian Kehutanan Republik Indonesia, laju deforestasi di Indonesia pada periode 2003 – 2006 mencapai 1,17 juta hektar per tahun. Bahkan kalau menilik data yang dikeluarkan oleh *State of the World's Forests 2007* yang dikeluarkan *The UN Food & Agriculture Organization* (FAO), angka deforestasi Indonesia pada periode 2000-2005 mencapai 1,8 juta hektar per tahun. Laju deforestasi hutan di Indonesia ini membuat *Guinness Book of The Record* memberikan 'gelar kehormatan' bagi Indonesia sebagai negara dengan daya rusak hutan tercepat di dunia [1].

Ada beberapa cara untuk memantau kondisi hutan, khususnya kondisi kerusakan hutan, misalkan melalui pesawat udara (seperti helikopter), maupun dengan

teknologi penginderaan jauh, seperti satelit. Upaya pemantauan itu tentu memerlukan penguasaan teknologi *observasi bumi dan pembangunan jejaringnya*. Teknologi canggih saat ini telah dapat melakukan akuisisi data hingga mampu menghasilkan data citra permukaan bumi, demikian pula metode pengolahan data citra satelit termasuk untuk perubahan area hutan, namun masih terus dikembangkan agar memberikan hasil yang optimal. Tulisan ini merupakan studi awal dalam mengembangkan metode pemantauan perubahan area hutan dengan menggunakan algoritma segmentasi warna area citra satelit. Untuk kebutuhan uji coba terhadap keberhasilan metode dan algoritma yang dikembangkan, dalam penelitian ini data yang digunakan dibatasi pada citra hutan tropika yang berada di pulau Kalimantan, dan lebih khusus di Kalimantan tengah.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Hutan

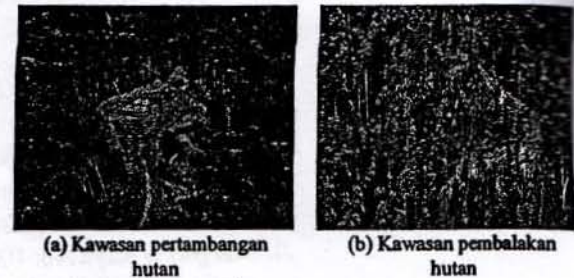
Menurut Undang-Undang Nomor 41 tahun 1999 tentang Kehutanan, hutan didefinisikan sebagai suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi jenis pepohonan dalam persekutuan dengan lingkungannya, yang satu dengan lain tidak dapat dipisahkan. Hutan merupakan suatu masyarakat tumbuh-tumbuhan dan hewan yang hidup dalam lapisan dan permukaan tanah, yang terletak pada suatu kawasan dan membentuk suatu ekosistem yang berada dalam keadaan keseimbangan dinamis. Istilah hutan hujan tropis pertama kali diperkenalkan oleh A. F. W. Schimper pada tahun 1898 di dalam bukunya *Plant Geography*, dan istilah ini terus dipergunakan sampai sekarang [2].

Di Indonesia berdasarkan ciri fisiognomi terdapat dua tipe hutan yaitu hutan hujan tropis, hutan yang selalu hijau dan hutan musim atau hutan yang menggugurkan daun. Hutan hujan tropis umumnya dijumpai di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku bagian Utara dan Papua sedangkan hutan musim yang menggugurkan daun dijumpai di Jawa, Bali, Nusa Tenggara dan Maluku bagian Selatan.

2.2 Deforestasi dan Degradasi

Deforestasi Hutan merupakan penurunan luas hutan baik secara kualitas dan kuantitas. Deforestasi secara kualitas berupa penurunan ekosistem flora dan fauna yang terdapat pada hutan tersebut. Deforestasi secara kuantitas (sangat jelas) berupa penurunan luas hutan. Dapat disebutkan bahwa Deforestasi adalah perubahan secara

permanen dari areal berhutan menjadi tidak berhutan yang diakibatkan oleh kegiatan manusia sedangkan Degradasi hutan adalah penurunan kuantitas tutupan hutan dan stok carbon selama periode tertentu yang diakibatkan oleh kegiatan manusia.



Gambar 1 Deforestasi dan Degradasi Hutan

Dampak dari eksploitasi dapat menyebabkan terjadinya banjir pada musim penghujan dan kekeringan pada musim kemarau. Dengan demikian jelas terlihat bahwa fungsi hutan sebagai pengatur tata air telah terganggu dan telah mengakibatkan berkurangnya keanekaragaman hayati yang ada di dalamnya. Gambaran perkiraan hutan Kalimantan dari tahun ke tahun diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Perkiraan Persentase Hutan Kalimantan

Perkiraan persentase hutan Kalimantan dari tahun ke tahun dalam kurun waktu 5 tahun kita kehilangan 6-7% hutan tropis dan dalam waktu 10 tahun ke depan hutan di Indonesia diperkirakan hanya tinggal 20% saja atau kurang.

2.3 Pengindera Jarak Jauh

Pengertian penginderaan jarak jauh atau *remote sensing* adalah suatu ilmu dan seni untuk memperoleh data dan informasi dari suatu objek di permukaan bumi dengan menggunakan alat yang tidak berhubungan langsung

dengan objek yang dikajinya [3]. Penginderaan jauh merupakan suatu pengukuran atau perolehan data pada objek di permukaan bumi dari satelit atau instrumen lain di atas jauh dari objek yang diindera [4]. Bentuk penginderaan jauh misalnya foto udara, citra satelit, dan citra radar. Pengumpulan data penginderaan jauh dilakukan dengan menggunakan alat pengindera atau alat pengumpul data yang disebut sensor.

Penginderaan jauh merupakan suatu sistem yang digunakan untuk merekam data permukaan bumi berdasarkan pengukuran yang dilakukan dari jarak jauh dengan menggunakan sistem satelit. Penginderaan jauh bertujuan untuk kepentingan survey, pemetaan, maupun pemantauan sumber daya alam. Komponen-komponen sistem penginderaan jauh terdiri dari:

- Sumber radiasi: adalah sinar matahari. Karena menggunakan sinar matahari, maka perekaman data hanya dapat dilakukan pada pagi sampai sore hari, kecuali perekaman data yang dilakukan dengan sensor infra merah panas yang pengukurannya dilakukan berdasarkan perbedaan temperatur, sehingga dapat juga dilakukan pada malam hari.
- Sensor : bersifat optik, analog, atau spektral. Data yang direkam berupa gambar pada layar peraga, berbentuk foto atau data digital yang direkam dengan pita magnetik.
- Jalur transmisi: dilakukan melalui atmosfer. Atmosfer terdiri dari berbagai partikel yang selain bersifat sebagai penghantar energi matahari juga dapat menimbulkan gangguan pada data yang direkam.
- Sasaran: suatu daerah yang di citra satelit pada permukaan bumi.

2.4 Citra Digital

Menurut kamus Webster, citra (*image*) merupakan representasi dari suatu objek. Citra dapat dinyatakan sebagai wujud atau gambar objek yang berbentuk visual. Citra merupakan kumpulan i-titik yang tersusun dalam ruang dua dimensi yang dinyatakan dalam matriks berukuran N baris dan M kolom. Setiap titik disebut elemen terkecil citra atau *picture element* atau disingkat pel/ piksel. Setiap piksel merupakan bagian dari pembentuk informasi visual yang terkandung dalam setiap citra.

Nilai piksel merepresentasikan intensitas warna dari citra digital. Setiap nilai dinyatakan dalam bentuk kode biner, misalkan dalam 24 bit per piksel (24 bpp) untuk citra berwarna atau dalam 8 bit per piksel (8 bpp) untuk citra *gray level* [5].

Bila dilihat dari sudut pandang matematis maka citra dapat direpresentasikan sebagai fungsi kontinu dua

dimensi (2D) dari intensitas cahaya $f(x, y)$, dimana x dan y adalah koordinat spasial dari elemen citra (piksel). Citra dapat dibedakan dalam dua jenis yaitu citra analog atau kontinu, dan citra diskrit atau digital. Citra analog adalah citra yang dihasilkan dari sistem optik dalam bentuk sinyal analog, seperti yang dihasilkan oleh kamera analog atau citra tampilan di layar televisi monitor (sinyal video). Citra digital diperoleh melalui proses digitasi dari analog, yaitu mengubah citra kontinu menjadi citra digital. Untuk mengubah citra kontinu menjadi citra digital diperlukan proses sampling dan kuantisasi, sehingga diperoleh citra dalam bentuk array dua dimensi. Beberapa peralatan yang dapat menghasilkan citra digital di antaranya adalah kamera digital, *scanner* dan *handycam*.

Citra banyak mengandung informasi, namun pada kenyataannya seringkali karena adanya suatu hal, citra yang didapatkan mengalami penurunan kualitas, seperti adanya gangguan atau noise, warna terlalu terang atau kontras, kurang tajam, kabur dan sebagainya. Akibatnya citra dengan kondisi demikian menjadi sulit diinterpretasi. Di lain pihak, tingkat kebutuhan untuk mendapatkan informasi yang akurat merupakan hal yang sangat penting. Dengan demikian diperlukan proses manipulasi citra atau pengolahan citra semakin diperlukan, sehingga dapat membantu menginterpretasi kandungan informasi di dalam sebuah citra. Pengolahan citra atau proses manipulasi citra menjadi lebih mudah dan lebih efektif dilakukan jika menggunakan komputer, sehingga citra yang diolah harus direpresentasikan secara numerik dengan nilai-nilai diskrit [6].

Klasifikasi citra memiliki tujuan untuk mendapatkan gambar atau peta tematik. Gambar tematik adalah suatu gambar yang terdiri dari bagian-bagian yang menyatakan suatu objek atau tema. Setiap objek pada gambar mempunyai simbol yang unik dan dinyatakan dengan warna atau pola tertentu. Proses klasifikasi citra dapat dilakukan dengan memasukan setiap piksel citra ke dalam suatu kategori objek yang telah diketahui. Proses ini dikenal dengan proses klasifikasi terpadu (*supervised*) sedangkan proses klasifikasi tidak terpadu (*unsupervised*) merupakan proses klasifikasi yang dilakukan pada sejumlah data yang telah dikelompokkan berdasarkan himpunan satuan data yang serupa, dimana jumlah kelompok data atau klaster ditentukan berdasarkan penilaian subjektif pemakai data.

Untuk melakukan klasifikasi citra, sering pula dilakukan dengan bantuan segmentasi citra. Pada dasarnya segmentasi citra adalah proses membagi citra ke dalam bagian-bagian tertentu sehingga setiap daerah sesuai (homogen) dengan karakteristiknya. Beberapa peneliti menerapkan teknik yang berbeda untuk meningkatkan hasil akhir segmentasi citra, misalnya, algoritma yang berbasis matematika morfologi yang melakukan

pengelompokan (*clustering*) dalam ruang warna 3D [7], teknik *fuzzy* [8], *Markov Random Fields* [9].

Karakteristik Citra

Karakteristik visual merupakan fitur atau konten dari sebuah citra yang memberikan informasi penting berupa warna, bentuk objek serta tekstur. Ketiga karakteristik ini merupakan hal yang sangat penting dalam analisis pengambilan keputusan.

Karakteristik Warna

Warna merupakan salah satu karakteristik yang dapat menyampaikan informasi yang terkandung dalam citra kepada sistem visual mata manusia. Sistem visual ini dapat membedakan ratusan ribu *shade* warna, tetapi hanya dapat membedakan 100 *shade* tingkat keabuan. Oleh sebab itu, penggunaan citra berwarna dalam pengolahan citra adalah penting karena dapat memberikan banyak informasi, dan informasi tersebut juga dapat digunakan untuk menyederhanakan analisis citra, misalkan identifikasi objek dan ekstraksi warna.

Selain dalam domain ruang warna RGB, citra digital dapat juga direpresentasikan dalam tiga komponen warna yang lain yaitu :

- Warna (*Hue*) ditentukan oleh dominan panjang gelombang. Warna yang dapat dilihat oleh mata memiliki panjang gelombang antara 400 nm (violet) - 700 nm (red) pada spektrum elektromagnetik.
- Kepekatan (*Saturation/ Chrominance*) ditentukan oleh tingkat kemurnian dan tergantung pada jumlah sinar putih yang tercampur dengan *hue*. Suatu warna *hue* murni adalah secara penuh tersaturasi, yaitu tidak ada sinar putih yang tercampur. *Hue* dan *saturation* digabungkan menentukan *chromaticity* suatu warna.
- Kecerahan/ intensitas (*Luminance*) ditentukan oleh jumlah sinar yang diserap.

Citra warna atau sering disebut *true color* karena citra ini memiliki jumlah warna yang cukup besar dan hampir mencakup seluruh warna alam. Citra ini terdiri dari tiga warna dasar yaitu *red* (R), *green* (G) dan *blue* (B). Berbeda dengan citra keabuan, satu piksel pada citra warna memiliki tiga komponen warna R, G dan B yang masing-masing dikodekan dengan 8 bit atau totalnya 24 bit (tiga byte). Dengan demikian sebuah citra berwarna dapat memiliki variasi kandungan warna sebanyak 2^{24} (16777216 warna).

Ruang Warna adalah suatu metode yang dipakai untuk membuat spesifikasi, menciptakan, dan memvisualisasikan warna. Secara persepsi visual mata manusia, warna didefinisikan melalui atribut-atributnya seperti warna (*Hue*), kepekatan (*Chrominance* atau *Saturation*), dan kecerahan (*Luminance*). Komputer mampu mendeskripsikan sebuah warna dengan menggunakan

sejumlah emisi fosfor merah, hijau, dan biru yang dibutuhkan untuk penyesuaian suatu warna. Suatu mesin cetak mampu menciptakan sebuah warna yang spesifik yang dihasilkan dari daya refleksi dan daya serap terhadap warna-warna tinta di kertas cetak seperti warna-warna *cyan* (biru kehijauan), *magenta* (ungu kemerahan), kuning dan hitam.

Hasil analisis informasi warna dari suatu citra sangat bergantung pada ruang warna serta algoritma yang digunakan. Sejumlah ruang warna telah dikembangkan oleh sejumlah peneliti di antaranya RGB, L^*C^*H , CIECAM02, HSL/ HSI, HSV/ HSB, L^*u^*v , $L^*a^*b^*$, dan HCL.

Karakteristik Bentuk (*Shape*)

Bentuk merupakan salah satu fitur citra tingkat rendah pada pencarian citra berbasis konten (*Content Based Image Retrieval*). Banyak representasi bentuk telah diajukan dan umumnya diklasifikasikan menjadi dua kategori, yaitu metode berbasis kontur (*contour-based method*) dan metode berbasis region (*region-based method*). Metode berbasis kontur menangkap fitur batas bentuk, namun mengabaikan konten bentuk yang berada di dalamnya. Metode berbasis region menangkap fitur bentuk yang ada di dalam, walaupun tidak menekankan pada fitur batas bentuk.

Karakteristik Tekstur (*Texture*)

Walaupun belum ada definisi secara formal tentang tekstur, secara intuitif tekstur menyatakan ciri dari permukaan objek yang menggambarkan pola visual. Ciri ini berisi informasi tentang komposisi struktur permukaan, selain itu juga menjelaskan hubungan antara permukaan untuk lingkungan sekitarnya.

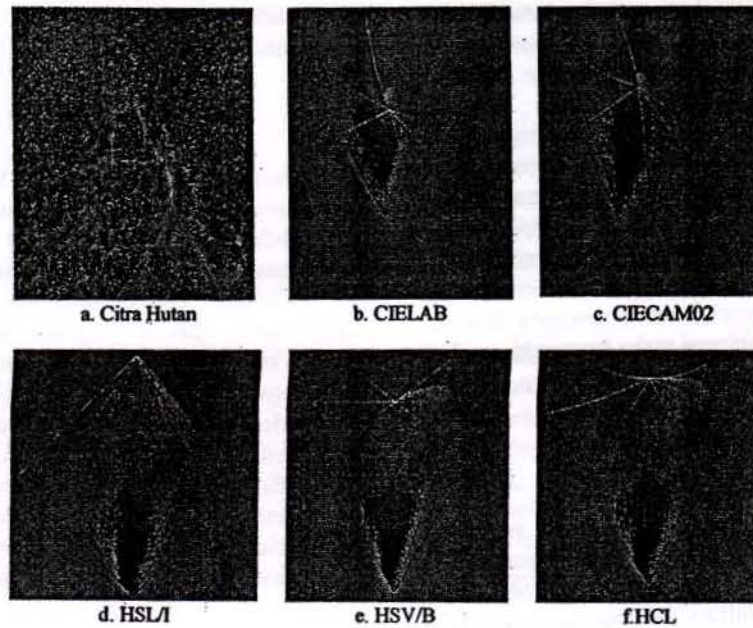
Tekstur merupakan karakteristik intrinsik dari suatu citra yang terkait dengan tingkat kehalusan (*smoothness*), kekasaran (*roughness*), granularitas (*granulation*), dan keteraturan (*regularity*) susunan struktural piksel. Aspek tekstural dari sebuah citra dapat dimanfaatkan sebagai dasar dari segmentasi, klasifikasi, maupun interpretasi citra.

3. Pembahasan

Pengembangan metode/ algoritma segmentasi warna dan penghitungan luas area tersegmentasi untuk diterapkan pada area hutan. Model umum metode yang dikembangkan terlihat pada gambar 3.



Gambar 3 Bagan Pengembangan



Gambar 4 Pembentukan Histogram Warna 3 Dimensi dari Citra Hutan

- Diawali dengan menganalisis data mentah dari citra hutan yang diambil dari satelit, seperti Gambar 3(a). Apabila kualitas citra tersebut tidak terlalu baik, misalnya terdapat area yang tertutup awan atau asap, maka langkah pertama yang harus dilakukan adalah menghilangkan derau tersebut dengan menggunakan metode filtering tertentu, misalnya filter median. Setelah kualitas citra meningkat, barulah citra siap untuk diolah lebih lanjut.
- Konversi ruang warna atau transformasi warna, adalah mengkonversi ruang warna yang ada pada citra tersebut dari ruang warna RGB menjadi ruang warna HCL. Hal ini dilakukan karena ruang warna HCL memiliki sebaran warna yang cukup baik dalam kegiatan pengolahan citra digital [10]. Gambar 4 (b)(c)(d)(e)(f) merupakan transformasi ruang warna untuk citra hutan Gambar 4(a). Gambar 4(f) lebih representatif dilihat dari variasi chroma C dan dominan L dari warna yang dimiliki citra hutan tersebut, yaitu warna hijau, biru, coklat (warna tanah), hitam. HCL yang didapat merupakan representasi distribusi 3D (histogram warna 3D) dari ruang warna HCL dimana H menunjukkan warna, C menunjukkan chroma dan L menunjukkan luminansi.
- Ekstraksi citra, yaitu membandingkan citra hasil proses sebelumnya dengan citra acuan berbasis warna. Warna citra acuan merupakan warna citra yang menjadi karakteristik dari warna hutan. Umumnya warna dominan dari hutan adalah hijau, namun demikian perlu pencirian lebih detil mengenai varian warna hijau atau warna lain yang menjadi ciri hutan tersebut.
- Segmentasi citra, proses segmentasi dilakukan dengan menentukan warna yang sesuai berdasarkan

pada variasi intensitas komponen-komponen warna setiap piksel dari citra. Variasi intensitas komponen warna yang berbeda dari setiap bagian diberi warna yang berbeda pula.

- **Penentuan dan Perhitungan Luas Area Hutan.** Proses pengolahan citra digital berakhir dengan deskripsi hasil dari pengolahan yang dilakukan. Proses deskripsi ini dilakukan dengan menghitung jumlah piksel dalam area dengan warna yang sama. Proses perhitungan luas area hutan dilakukan melalui perhitungan jumlah piksel yang terdapat dalam suatu area tersebut dengan ukuran luas area sebenarnya yang diwakilkan oleh setiap piksel dalam gambar.

Penelitian ini baru pada tahap pemilihan transformasi ruang warna. Hasil menunjukkan transformasi yang memberikan hasil yang baik terdapat pada ruang warna HCL. Untuk pengembangan selanjutnya, melakukan tahap ekstraksi dan segmentasi citra dari warna dominan yang diharapkan yaitu warna hutan (hijau). Dari warna hijau ini akan dibandingkan dengan warna acuan yang dimiliki. Jika sesuai dengan batas toleransi maka kemungkinan akan diambil sebagai area yang akan dihitung nantinya.

4. Kesimpulan

Citra satelit penginderaan jauh merupakan suatu alat bantu yang dapat memberikan informasi mengenai kondisi hutan secara regional dengan cepat dan akurasi cukup baik. Dengan citra dapat menampilkan/ memperlihatkan keadaan hutan secara tiga dimensi. Tulisan ini baru mencapai tahap transformasi warna. Pengembangan selanjutnya akan dilakukan untuk mendapatkan luas area hutan.

REFERENSI

- [1] Aponimus, 2010, "Kerusakan hutan dan deforestasi di Indonesia", Konferensi CITES ke 15, <http://alamendah.wordpress.com/2010/03/09/kerusakan-hutan-deforestasi-di-indonesia>
- [2] Whitmore, T. C., 1984, "Tropical Rain Forest of The Far East", 2nd Edition, Oxford University Press, Oxford.
- [3] Lillesand, Kiefer, 2004, "Remote Sensing and Image Interpretation", Fourth Edition, John Wiley and Son, Inc.
- [4] Colwell, R. N. 1968, "Remote sensing of natural resources", Scientific American
- [5] Gonzalez, R.C. and R.E., 2008, Woods, "Digital Image Processing", Pearson Education Inc.
- [6] Lussiana, E. T. P., 2007, "Metode Pendeteksian Tepi Adaptif Berdasarkan Karakteristik Region Citra", Disertasi Program Doktor Teknologi Informasi Universitas Gunadarma.
- [7] Park, S., Il Dong Yun, Sang Uk Lee, 1998. Color image segmentation based on 3-D Clustering: Morphological approach. *Pattern Recognition*, 31(8), pp. 1061-1076.
- [8] Yang, J. F., Shu-Sheng Hao, Pau-Choo Chung, 2002. Color image segmentation using fuzzy C-means and eigenspace projections. *Signal Processing*, 82(3), pp. 461-472.
- [9] Jayanta, M., 2002. MRF clustering for segmentation of color images. *Pattern Recognition Letters*, 23(8), pp. 917-929.
- [10] M. Sarifuddin and Rokia Missaoui, 2005, "A New Perceptually Uniform Color Space with Associated Color Similarity Measure for Content-Based Image and Video Retrieval".